

P20968.P04

RS
2
5-22-02



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :Y. YUDA et al.

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :DIRECTION OF ARRIVAL ESTIMATOR AND DIRECTION OF ARRIVAL
ESTIMATION METHOD

CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2000-139994, filed May 12, 2000. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Y. YUDA et al.

Leslie J. Paperman Reg. No. 33,329
Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027

May 2, 2001
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1941 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J1046 U.S. PTO
09/846390
05/02/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 5月12日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-139994

出 願 人

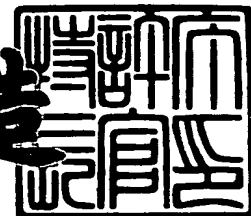
Applicant (s):

松下電器産業株式会社

2001年 3月16日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3018671

【書類名】 特許願

【整理番号】 2931010238

【提出日】 平成12年 5月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01S 3/28

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技
研株式会社内

【氏名】 湯田 泰明

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技
研株式会社内

【氏名】 深川 隆

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技
研株式会社内

【氏名】 中川 洋一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技
研株式会社内

【氏名】 三村 政博

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 到来方向推定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 移動局からの信号を受信する複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アレーアンテナの受信信号を中間周波数またはベースバンド周波数に変換する周波数変換手段と、前記周波数変換手段の出力信号をディジタル信号に変換するアナログディジタル変換手段と、前記アナログディジタル変換手段の出力信号から第 1 の変調信号の周期周波数を用いて周期相関行列を計算する第 1 の相関行列検出手段と、前記アナログディジタル変換手段の出力信号から第 2 の変調信号の周期周波数を用いて周期相関行列を計算する第 2 の相関行列検出手段と、前記相関行列検出手段の出力である相関行列の固有値および固有ベクトルを用いて受信信号の到来方向の推定を行う到来方向推定手段を備えることを特徴とする到来方向推定装置。

【請求項 2】 前記第 1 の相関行列検出手段が、スペクトル拡散変調信号のチップレートから決定される周波数を第 1 の周期周波数とし、スペクトル拡散変調信号の周期相関行列を計算することを特徴とする請求項 1 の到来方向推定装置。

【請求項 3】 前記第 2 の相関行列検出手段が、前記アナログディジタル変換手段の出力から周期周波数を検出する周期周波数検出手段を有し、その周期周波数検出手段の出力を第 2 の周期周波数とし、受信信号の周期相関行列を計算することを特徴とする請求項 1 の到来方向推定装置。

【請求項 4】 前記アナログディジタル変換の出力信号を蓄積するデータ蓄積手段を有し、前記第 1 の相関行列検出手段が前記データ蓄積手段の蓄積データを用いて周期相関行列を計算することを特徴とする請求項 2 の相関行列検出手段。

【請求項 5】 前記到来方向推定手段の固有値が複素数である場合には、大きさを判別するためにその絶対値を用いることを特徴とする請求項 1 の到来方向推定装置。

【請求項 6】 前記第 2 の相関行列検出手段が、前記アナログディジタル変換手段の出力から複数の周期周波数を検出する周期周波数検出手段と複数の相関行列検出手段を有し、前記周期周波数検出手段の複数の出力を周期周波数と

し、前記複数個の相関行列検出手段で、受信信号の周期相関行列を計算することで複数個の周期相関行列を出力することを特徴とする請求項 1 の到来方向推定装置。

【請求項 7】 前記アレーアンテナとして N 個の直線アレーアンテナを有し、それぞれの直線アレーアンテナの法線方向が、 $360^\circ / N$ の角度で設置されることを特徴とする請求項 1 の到来方向推定装置。

【請求項 8】 前記 N 個の直線アレーアンテナのそれぞれの直線アレーアンテナを用いて、前記到来方向推定手段が到来方向を推定し、N 個の推定結果を比較する推定結果比較手段を有することを特徴とする請求項 7 の到来方向推定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は受信信号の到来方向を推定する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

スペクトル拡散信号のような広い周波数帯域を有している信号と、周波数変調信号のようなスペクトル拡散信号に対し狭い周波数帯域を有している信号が、スペクトル拡散信号の周波数帯域内に混在してアンテナに受信されるような状況において、従来の到来方向推定装置ではそれら全ての信号の到来方向を推定している。

【0003】

推定した方向における信号の変調方式を確認する場合には、推定した方向に指向性アンテナを向けて到来信号の受信を行い、受信信号のスペクトル解析などの調査を行うことなどにより、信号の変調方式を確認するといった方法がある。また、変調方式により到来方向の推定を行う方法としては、周期定常性を利用した到来方向推定方法がある。

【0004】

例えば「周期定常を利用したアレーアンテナにおける到来波数と方向推定」（電子情報通信学会論文誌 '98/1 Vol.J81-B-II No.1 pp.19-28）で発表され

ている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

従来、アンテナで受信した信号が、スペクトル拡散信号と、そのスペクトル拡散信号の周波数帯域内に存在するスペクトル拡散信号とは異なる変調方式による信号であった場合、それぞれの信号を分離して到来方向を推定することはできない。

【 0 0 0 6 】

本発明はこのような課題を解決するものであり、スペクトル拡散信号とスペクトル拡散信号とは異なる変調信号からなる受信信号を、変調方式により選別してその到来方向を推定するものことを目的とするものである。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、変調信号が有する周期定常性を利用し、変調方式により異なる周期周波数を利用することにより信号選別を可能とする。上記課題における受信信号において、スペクトル拡散信号はそのチップレートから決定される周波数を周期周波数として計算を行い、スペクトル拡散信号以外の信号は周期周波数の検出を行いその結果を用いて計算行うことにより、スペクトル拡散信号とスペクトル拡散信号とは異なる信号を選別することが可能となり、信号それぞれの到来方向を推定することが可能となる。

【 0 0 0 8 】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項 1 に記載の発明は、移動局からの信号を受信する複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アレーアンテナの受信信号を中間周波数またはベースバンド周波数に変換する周波数変換手段と、前記周波数変換手段の出力信号をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換手段と、前記アナログデジタル変換手段の出力信号から第 1 の変調信号の周期周波数を用いて周期相関行列を計算する第 1 の相関行列検出手段と、前記アナログデジタル変換手段の出力信号から第 2 の変調信号の周期周波数を用いて周期相関行列を計算す

る第2の相関行列検出手段と、前記相関行列検出手段の出力である相関行列の固有値および固有ベクトルを用いて受信信号の到来方向の推定を行う到来方向推定手段を備え、受信信号から変調方式が異なる信号を分離してそれぞれの到来方向を推定するという作用を有する。

【0009】

請求項2に記載の発明は、前記第1の相関行列検出手段が、スペクトル拡散変調信号のチップレートから決定される周波数を第1の周期周波数とし、スペクトル拡散変調信号の周期相関行列を計算するものであり、スペクトル拡散信号のように周期周波数が既知の信号に対して周期周波数の検出を行わずに周期相互相関行列を計算するという作用を有する。

【0010】

請求項3に記載の発明は、前記第2の相関行列検出手段が、前記アナログデジタル変換手段の出力から周期周波数を検出する周期周波数検出手段を有し、その周期周波数検出手段の出力を第2の周期周波数とし、受信信号の周期相関行列を計算するものであり、周期周波数が未知の信号に対して周期周波数の検出を行い、その結果を周期周波数として周期相互相関行列を計算するという作用を有する。

【0011】

請求項4に記載の発明は、前記アナログデジタル変換の出力信号を蓄積するデータ蓄積手段を有し、前記第1の相関行列検出手段が前記データ蓄積手段の蓄積データを用いて周期相関行列を計算するものであり、スペクトル拡散信号の周期相互相関行列を計算する際に必要であるシンボル数を決定し、そのデータを確保するという作用を有する。

【0012】

請求項5に記載の発明は、前記到来方向推定手段の固有値が複素数である場合には、大きさを判別するためにその絶対値を用いるとしたものであり、この固有値の大きさにより到来している波数の決定を行うという作用を有する。

【0013】

請求項6に記載の発明は、前記第2の相関行列検出手段が、前記アナログディ

デジタル変換手段の出力から複数個の周期周波数を検出する周期周波数検出手段と複数個の相関行列検出手段を有し、前記周期周波数検出手段の複数個の出力を周期周波数とし、前記複数個の相関行列検出手段で、受信信号の周期相関行列を計算することで複数個の周期相関行列を出力するものであり、周期周波数が未知の信号が複数個存在している場合に対して、複数個の周期周波数の検出を行い、その結果を周期周波数として周期相互相関行列を複数個計算するという作用を有する。

【 0 0 1 4 】

請求項 7 に記載の発明は、前記アレーアンテナとして N 個の直線アレーアンテナを有し、それぞれの直線アレーアンテナの法線方向が、 $360^\circ / N$ の角度で設置されるものであり、1 個のアレーアンテナではアンテナの開口値が 180° であるが、N 個のアレーアンテナを有することにより 360° の全方位からの到来方向を推定するという作用を有する。

【 0 0 1 5 】

請求項 8 に記載の発明は、前記 N 個の直線アレーアンテナのそれぞれの直線アレーアンテナを用いて、前記到来方向推定手段が到来方向を推定し、N 個の推定結果を比較する推定結果比較手段を有するとしたものであり、N 個の推定結果を比較することで信号の真の到来方向を推定する作用を有する。

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の実施の形態について、図 1 から図 4 を用いて説明する。

【 0 0 1 7 】

(実施の形態 1)

図 1 は本発明の第 1 の形態による到来方向推定装置のブロック結線図である。図において 1 1 はアレーアンテナ、1 2 は周波数周波数変換手段、1 3 はアナログデジタル変換手段、1 4 はデータ蓄積手段、1 5 はスペクトル拡散信号相関検出手段、1 6 は周期周波数検出手段、1 7 は相関行列検出手段、1 8 は到来方向推定手段である。

【 0 0 1 8 】

以上のように構成された到来方向推定装置に関して、以下にその動作を説明す

る。移動局からの信号を11のアレーアンテナで受信を行う。アレーアンテナで受信した信号を12の周波数変換手段で中間周波数またはベースバンド周波数に周波数変換を行う。周波数変換された信号は13のアナログデジタル変換手段でデジタル信号に変換される。14のデータ蓄積手段において、13のアナログデジタル変換手段の出力デジタル信号を蓄積し、スペクトル拡散信号のチップ数が100チップ以上となるまでデータの蓄積を行う。

【0019】

15のスペクトル拡散信号相関検出手段では、既知のスペクトル拡散信号におけるチップレートから決定される周期周波数を定めておき、16のデータ蓄積手段における蓄積データを用いて、スペクトル拡散信号周期相関行列の計算を行う。また、13のアナログデジタル変換手段の出力であるデジタル信号を用いて、16の周期周波数検出手段で周期周波数の検出を行う。

【0020】

受信信号が振幅変調や周波数変調信号である場合には、搬送波周波数の2倍の周波数が周期周波数として、受信信号がPSK信号である場合には、シンボルレートが周期周波数として検出され、このように変調方式や伝送速度の違いにより異なった周期周波数が検出される。

【0021】

この周期周波数検出手段における周期周波数を検出する方法を次に示す。1つのアンテナ素子の受信信号からなるデジタル信号を用いて、周期周波数を変化させて周期自己相関関数の計算を行い、その計算結果である周期自己相関列の最大値を検出することによりその値に対応する周期周波数を検出する。

【0022】

17の相関行列検出手段では、16の周期周波数検出手段の検出結果を周期周波数とし、13のアナログデジタル変換手段の出力であるデジタル信号を用いて周期相関行列の計算を行う。15、17の相関行列検出手段では、それぞれの周期周波数を用いて、1つのアンテナ素子で受信された信号に対する他のアンテナ素子で受信された信号の周期相互相関列を列とした周期相関行列を計算する。

【 0 0 2 3 】

18の到来方向推定手段では、15、17の相関行列検出手段の計算結果である相関行列を用いて、それぞれの固有値と固有ベクトルを算出してスペクトル拡散信号とその他の信号のそれぞれの到来方向を推定する。

【 0 0 2 4 】

周期相関行列を用いて到来方向の推定を行う手法は、例えば 辻宏之他 「周期定常を利用したアレーアンテナにおける到来波数と方向推定」(電子情報通信学会論文誌 '98/1 Vol.J81-B-II No.1 pp.19-28)に詳しく述べられている手法を用いることができる。また、固有値の大きさを判定することにより到来信号の個数を推定することが可能である。固有値が複素数になった場合には、その絶対値を用いて大きさの判定を行う。

【 0 0 2 5 】

以上のように本実施の形態の発明によれば、同一周波数帯域内に存在しているスペクトル拡散信号とスペクトル拡散信号とは異なる周波数変調信号などの信号をそれぞれ別々に到来方向を推定することが実現できる。

【 0 0 2 6 】

(実施の形態2)

図2は本発明の第2の形態による到来方向推定装置のブロック結線図である。図において21はアレーアンテナ、22は周波数変換手段、23はアナログディジタル変換手段、24はデータ蓄積手段、25はスペクトル拡散信号相関行列検出手段、26は周期周波数検出手段、27-1、27-2、・・・、27-Mは相関行列検出手段、28は到来方向推定手段である。

【 0 0 2 7 】

以上のように構成された到来方向推定装置に関して、以下にその動作を説明する。21のアレーアンテナ、22の周波数変換手段、23のアナログディジタル変換手段、24のデータ蓄積手段、25のスペクトル拡散信号相関行列検出手段の動作は、実施の形態1の動作と同じである。

【 0 0 2 8 】

実施の形態1と異なる点は、26の周期周波数検出手段において複数個の周期

周波数の検出を行い、その複数個の周期周波数を用いて、複数個の相関行列検出手段により相関行列の計算を行うことである。

【 0 0 2 9 】

周期周波数検出手段における複数個の周期周波数の検出方法を次に示す。1つのアンテナ素子の受信信号からなるデジタル信号を用いて、周期周波数を変化させて周期自己相関関数の計算を行い、その計算結果である周期自己相関列のピーク値を複数個検出することによりその値に対応する周期周波数を検出する。

【 0 0 3 0 】

2 7 - 1、2 7 - 2、 \dots 2 7 - Mの相関行列検出手段では、2 6の周期周波数検出手段の出力である複数個の周期周波数と、2 3のアナログデジタル変換手段の出力であるデジタル信号を用いて周期相関行列の計算を行う。2 8の到来方向推定手段では、2 5、2 7 - 1、2 7 - 2、 \dots 2 7 - Mの相関行列検出手段の計算結果である相関行列を用いて、その固有値と固有ベクトルを用いて信号の到来方向を推定する。

【 0 0 3 1 】

以上のように本実施の形態の発明によれば、同一周波数帯域内に存在しているスペクトル拡散信号と複数個のスペクトル拡散信号とは異なる周波数変調信号などの信号をそれぞれ別々に到来方向を推定することが実現できる。

【 0 0 3 2 】

(実施の形態 3)

図 3 は本発明の第 3 の形態による到来方向推定装置のブロック結線図である。図において 3 1 - 1、 \dots 3 1 - N はアレーアンテナ、3 2 - 1、 \dots 3 2 - N は周波数変換手段、3 3 - 1、 \dots 3 3 - N はアナログデジタル変換手段、3 4 - 1、 \dots 3 4 - N はデータ蓄積手段、3 5 - 1、 \dots 3 5 - N はスペクトル拡散信号相関検出手段、3 6 - 1、 \dots 3 6 - N は周期周波数検出手段、3 7 - 1、 \dots 3 7 - N は相関行列検出手段、3 8 - 1、 \dots 3 8 - N は到来方向推定手段、3 9 - 1、 \dots 3 9 - N は推定結果、4 0 は推定結果比較手段である。図 4 は推定結果比較手段の動作を示したものである。図において 4 1 は移動局である。

【 0 0 3 3 】

以上のように構成された到来方向推定装置に関して、以下にその動作を説明する。N個のアレーアンテナは、それぞれのアレーアンテナにおける法線方向が、隣接するアレーアンテナの法線方向に対して $360^\circ / N$ の角度をなすように設置されている。

【 0 0 3 4 】

41の移動局からの信号を31-1、・・・31-Nのアレーアンテナが受信を行う。それぞれのアレーアンテナの受信信号を用いて、実施の形態1に記載の方法により到来方向の推定を行う。38-1、・・・38-Nの到来方向推定手段による推定結果が39-1、・・・39-Nである。40の推定結果比較手段は、39-1、・・・39-Nの推定結果の比較を行う。

【 0 0 3 5 】

第1のアレーアンテナ31-1の法線方向を 0° 方向と定めると、この第1のアレーアンテナを基準として、それぞれのアレーアンテナの法線方向から、それぞれのアレーアンテナの補正角度が決定される。39-1、・・・39-Nの推定結果をそれぞれのアレーアンテナの補正角度により補正を行うことで、基準である第1のアレーアンテナの法線方向に対する角度が推定され、その推定結果を比較することで全方位に対して真の到来方向の推定を行う。

【 0 0 3 6 】

以上のように本実施の形態の発明によれば、同一周波数帯域内に存在しているスペクトル拡散信号とスペクトル拡散信号とは異なる周波数変調信号などの信号をそれぞれ別々に全方位に対して真の到来方向を推定することが実現できる。

【 0 0 3 7 】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、スペクトル拡散信号のような広い周波数帯域を有する信号と、スペクトル拡散信号とは異なる信号がスペクトル拡散信号の周波数帯域内に混在する場合において、それぞれの信号の到来方向を別々に推定することが可能であるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施の形態 1 による到来方向推定装置のブロック結線図

【図 2】

第 2 の実施の形態 2 による到来方向推定装置のブロック結線図

【図 3】

第 3 の実施の形態 3 による到来方向推定装置のブロック結線図

【図 4】

推定結果比較手段の動作を示す図

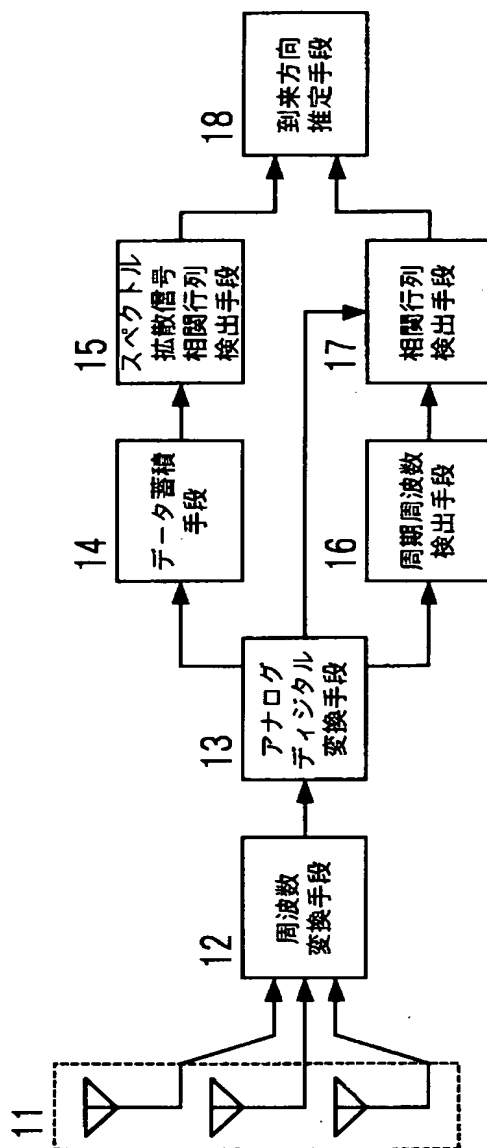
【符号の説明】

- 1 1、2 1、3 1 - 1、3 1 - N アレーアンテナ
- 1 2、2 2、3 2 - 1、3 2 - N 周波数変換手段
- 1 3、2 3、3 3 - 1、3 3 - N アナログディジタル変換手段
- 1 4、2 4、3 4 - 1、3 4 - N データ蓄積手段
- 1 5、2 5、3 5 - 1、3 5 - N スペクトル拡散信号相関行列検出手段
- 1 6、2 6、3 6 - 1、3 6 - N 周期周波数検出手段
- 1 7、2 7 - 1、2 7 - 2、2 7 - M、3 7 - 1、3 7 - N 相関行列検出手段
- 1 8、2 8、3 8 - 1、3 8 - N 到来方向推定手段
- 3 9 - 1、3 9 - N 推定結果
- 4 0 推定結果比較手段
- 4 1 移動局

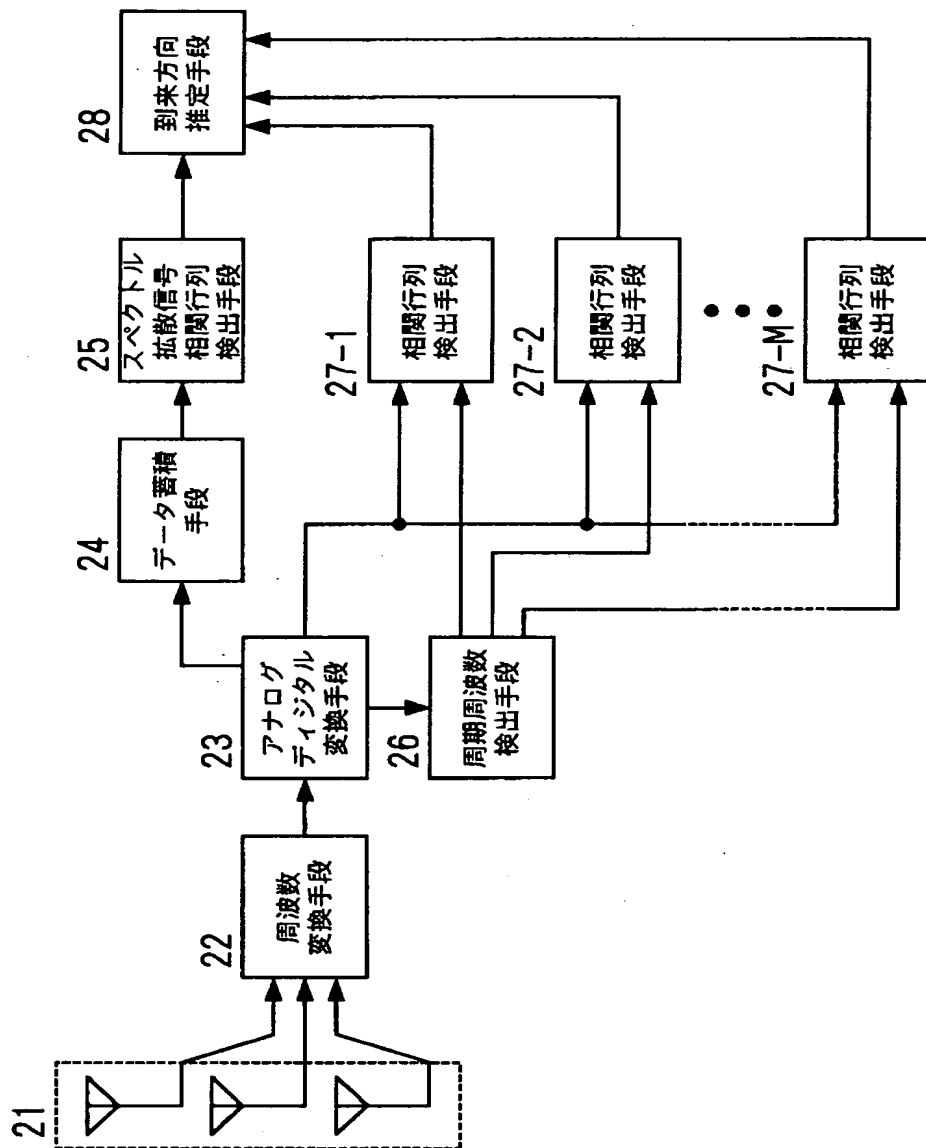
【書類名】

図面

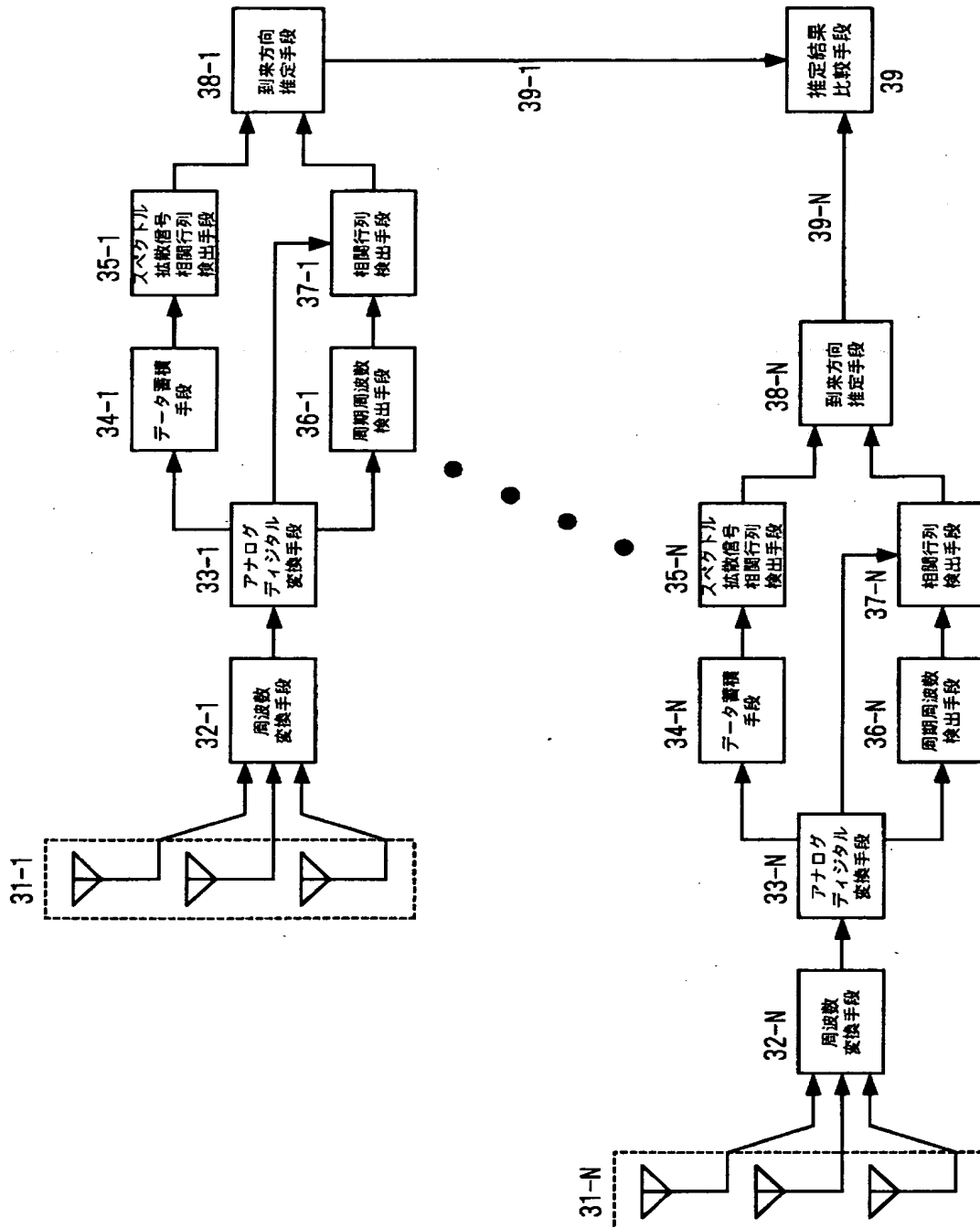
【図 1】



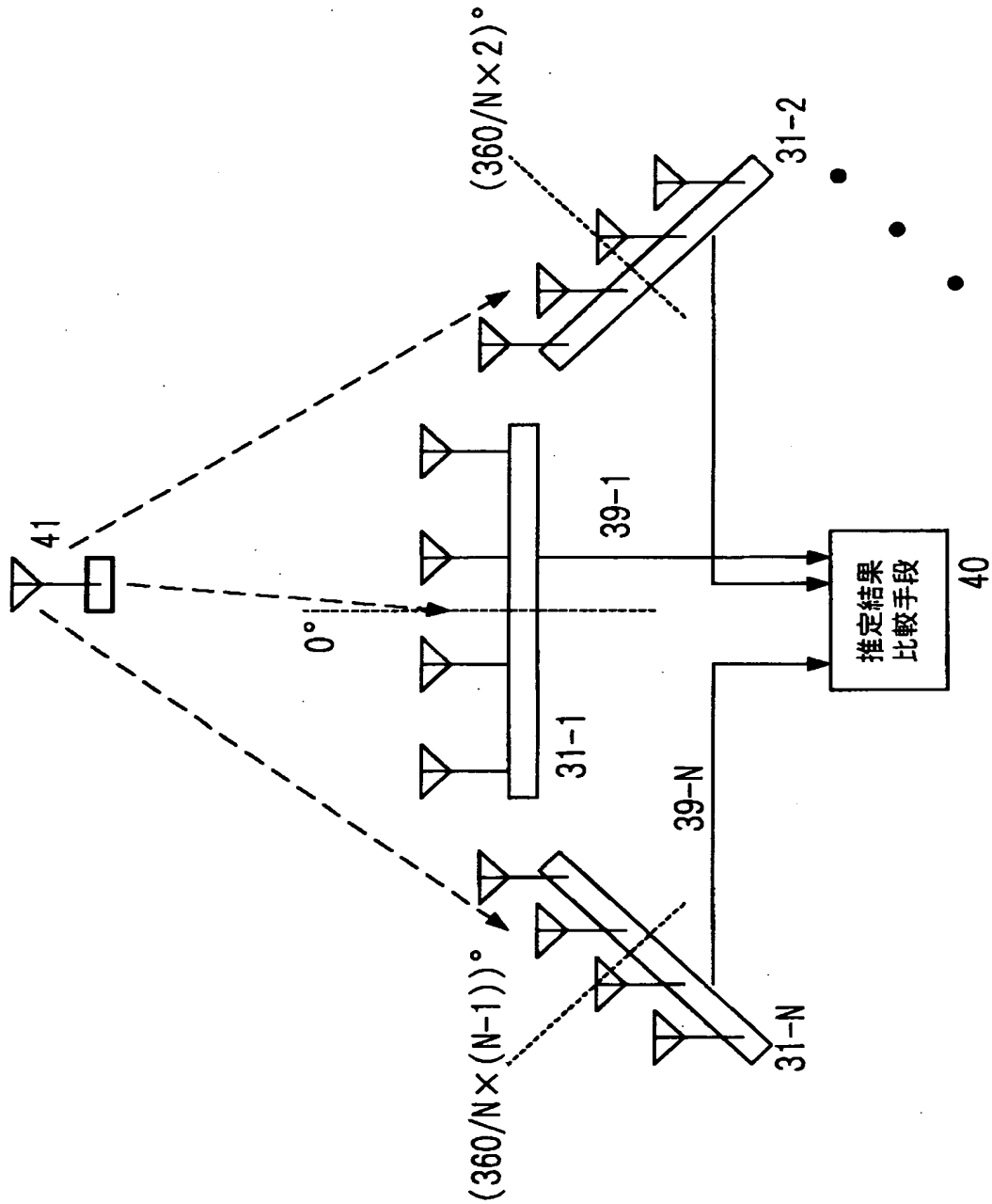
【図 2】



【図 3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スペクトル拡散信号のように広い周波数帯域を有する信号と、その周波数帯域内に周波数変調信号などのスペクトル拡散信号とは異なる信号が存在する場合において、信号の到来方向をそれぞれ別々に推定することを目的とする。

【解決手段】 アレーアンテナ 1 1 で受信した信号は、周波数変換手段 1 2 により中間周波数に変換され、アナログディジタル変換手段 1 3 によりディジタル信号に変換される。スペクトル拡散信号相関行列検出手段 1 5 により、スペクトル拡散信号の周期相関行列を算出し、周期周波数検出手段 1 6 により周期周波数を検出し相関行列検出手段 1 7 により相関行列を計算する。それぞれの相関行列を用いて到来方向推定手段 1 8 により到来方向を推定する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社